

**ОЦЕНКА ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ И МОДИФИКАЦИИ ЦИНК-ФОСФАТНЫХ ЦЕМЕНТОВ
ДЛЯ ФИКСАЦИИ НЕСЪЕМНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗУБНЫХ ПРОТЕЗОВ**

А.С. ВАЛЫНОВ, Н.В. ЧИРКОВА, Н.Г. КАРТАВЦЕВА, Е.Ю. КАВЕРИНА, Т.А. ГОРДЕЕВА

*Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко,
ул. Студенческая, 10, г. Воронеж, Воронежская область, 394000, Россия*

Аннотация. На сегодняшний день в ортопедической стоматологии активно совершенствуются методы лечения несъемными ортопедическими конструкциями. Однако, статистические данные показывают, что процент осложнений при их использовании остаётся достаточно высоким: цифры по преждевременному нарушению фиксации варьируют от 2,5% до 45%, а развитие кариозного процесса в опорных зубах – 25-55% от общего количества осложнений. Доказано, что на качество краевого прилегания, кроме характеристик препарированной поверхности зуба, оказывает влияние материал для фиксации коронок и его устойчивость в системе зуб – цемент – коронка. Важным требованием к материалам для постоянной фиксации является возможность получения тонкой (25 мкм) плёнки цемента, которая может заполнить пространство между поверхностью культи зуба и коронкой и обеспечить минимальный контакт фиксирующего цемента с жидкостью полости рта. Наибольшая толщина плёнки фиксирующего материала вызовет проблемы окклюзии, плохое краевое прилегание. Большая толщина цементной плёнки приведет к потере материала по краю конструкции, а это в свою очередь может привести к осложнениям при применении цельнолитых и металлокерамических несъемных конструкций: нарушению фиксации коронок, развитию кариеса и его осложнений, влиянию на маргинальный пародонт. Рабочее время фиксирующего цемента несомненно влияет на толщину плёнки, время (2-3 минуты) обеспечивает наибольшую текучесть материала, предпочтительную для точной фиксации несъемных конструкций. В последние годы, на стоматологическом рынке проявилось большое количество фиксирующих материалов для несъемных конструкций зубных протезов. Одним из известных и широко используемых являются цинк-фосфатные цементы. Их преимущества состоят в легком замешивании, достаточно высоких прочности и когезии при относительно низкой стоимости. Однако, стали и более явными недостатки цинк-фосфатных цементов: отсутствие антибактериального эффекта и адгезии; раздражение пульпы, вызываемое экзотермической реакцией кристаллизации; достаточно высокая растворимость в полости рта. Следовательно, вопрос целесообразности использования и модификации цинк-фосфатных цементов остаётся актуальным и на сегодняшний день. При выборе материала для фиксации несъемных конструкций зубных протезов, практикующий врач должен быть уверен не только в его физико-механических и прочностных характеристиках (прочности на сжатие, толщины цементной плёнки, времени твердения, адгезии к твёрдым тканям зуба и др.), но и в биологических особенностях, отражающих влияние на пульпу, твердые ткани зуба и ткани пародонта. До настоящего времени многочисленные исследования отечественных и зарубежных авторов не позволили сформировать единое мнение об основных причинах развития нарушений фиксации коронок, повышенной чувствительности или некроза пульпы, изменений в тканях пародонта и других осложнений при использовании стоматологических цементов. В доступной литературе свойства фиксирующих стоматологических материалов освещены недостаточно.

Ключевые слова: цинк-фосфатный цемент, модификация, фиксация, несъемные конструкции, зубные протезы.

**EVALUATION OF ZERO-PERFECTION AND MODIFICATION OF ZINC-PHOSPHATE CEMENT
FOR FIXATION OF LOWER STRUCTURES OF DENTAL PROSTHESES**

A.S. VALYNOV, N.V. CHIRKOVA, N.G. KARTAVCEVA, E.U. KAVERINA, T.A. GORDEEVA

*Voronezh State N.N. Burdenko Medical University,
Studencheskaya Str., 10, Voronezh, Voronezh region, 394000, Russia*

Abstract. To date, orthopedic dentistry is actively improving methods of treatment with permanent orthopedic structures. However, statistical data show that the percentage of complications in their use remains quite high: the figures for premature dysregulation vary from 2.5% to 45%, and the development of the carious process in the supporting teeth is 25-55% of the total number of complications. It has been proved that the quality of the edge fit, in addition to the characteristics of the prepared tooth surface, is affected by the material for fixing the crowns and its stability in the tooth - cement - crown system. An important requirement for permanent fixation materials is the possibility of obtaining a thin (25 µm) cement film that can fill the space between the

surface of the tooth stump and the crown and ensure minimal contact between the fixing cement and the fluid in the mouth. The greatest thickness of the film of the fixing material will cause occlusion problems, poor marginal fit. The large thickness of the cement film will lead to a loss of material along the edge of the structure, which in turn can lead to complications when using solid and metal-ceramic non-removable structures: breaking crown fixation, caries development and its complications, and affecting marginal periodontium. The working time of the fixing cement undoubtedly influences the film thickness. The time (2-3 minutes) ensures the greatest fluidity of the material, which is preferable for accurate fixation of non-removable structures. In recent years, the dental market has shown a large number of fixing materials for fixed denture designs. Zinc-phosphate cements are one of the known and widely used. Their advantages are easy kneading, sufficiently high strength and cohesion at a relatively low cost. However, the shortcomings of zinc-phosphate cements became more obvious: lack of antibacterial effect and adhesion; the pulp irritation caused by the exothermic crystallization reaction; sufficiently high solubility in the oral cavity. Consequently, the question of the appropriateness of using and modifying zinc-phosphate cements remains relevant today. When choosing the material for fixing the fixed structures of dental prostheses, the practitioner should be sure not only of his physical and mechanical and strength characteristics (compressive strength, thickness of cement film, hardening time, adhesion to hard tooth tissues, etc.), but also in biological features reflecting the effect on pulp, hard tooth tissues and periodontal tissue. Until now, numerous studies by domestic and foreign authors have not allowed to form a unified opinion about the main causes of the development of violations of crown fixations, hypersensitivity or necrosis of pulp, changes in periodontal tissues and other complications when using dental cements. In the available literature, the properties of fixing dental materials are not sufficiently illuminated.

Key words: zinc-phosphate cement, modification, fixation, non-removable structures, dentures.

Проблема осложнений при лечении больных несъемными конструкциями зубных протезов является актуальной и чрезвычайно значимой. К сожалению, она далека от своего решения. Несомненно, сегодня довольно высока эффективность лечения несъемными конструкциями зубных протезов, в силу появления и внедрения в медицинскую практику новых материалов, использование высоких технологий при изготовлении протезов. К самой важной и бурно оспариваемой во всем мире проблеме относят выбор фиксирующих материалов. Актуальность её с каждым годом повышается, так как постоянно растет уровень предъявляемых требований к ним. Пока нет единого взгляда, который бы регламентировал применение тех или иных фиксирующих агентов в определенных ситуациях. Так как несъемные конструкции зубных протезов фиксируются на зубах при помощи последних, то от их качества и свойств, в основном, зависит долговечность протезирования [14].

В настоящее время существует множество материалов для фиксации конструкций зубных протезов, которые классифицируются в несколько групп [2]. Их выбор вызывает огромную полемику. Некоторые авторы утверждают, что фиксировать зубные протезы нужно на цинк-фосфатные, полимерные, стеклоиономерные и поликарбоксилатные цементы, а другие глаголят об использовании цинк-силикофосфатных цементов и композитных материалов. Каждая из этих групп обладает теми или иными свойствами, характерными особенностями и преимуществами, но, наряду с ними, имеются и недостатки. Единственное, что является общим и неоспоримым – наличие пространства в системе зуб-коронка, в котором необходимо расположить фиксирующий материал. Размер данного адгезионного слоя так же заставляет спорить и доказывать свою правоту многих авторов. Некоторые считают эталонной величину около 40 мкм, а другие за оптимум принимают 100 мкм и даже 200 мкм. Данная толщина цементного слоя должна обладать не только максимальной фиксирующей способностью, но и сохранять стойкое краевое прилегание конструкции длительное время. Самым главным остается то, что толщина слоя должна оставаться неизменной на всем протяжении пользования протезом [17].

К фиксирующим материалам предъявляют все более строгие меры. Они должны выдерживать жевательную нагрузку, а следовательно, обладать такими свойствами как прочностные характеристики, а именно: твердость, прочность на сжатие, сдвиг, растяжение. Так же должно быть сохранено постоянство объема, хорошая совместимость с конструкционными материалами протезов, биосовместимость с тканями зуба и окружающими тканями должна быть на высоком уровне. Все группы материалов имеют силу адгезии гораздо выше к металлам, нежели к тканям зуба. Однако она отличается в зависимости от групповой принадлежности. Так, например, для витальных зубов, наивысшей адгезией к эмали отличаются цинк-поликарбоксилатные, цинк-фосфатные цементы, а к дентину – стеклоиономерные [3].

Выделяют два вида адгезии:

– собственную (истинную), которая обеспечивается за счет межмолекулярных сил химической связью материалов;

– механическую адгезию, образующуюся за счет проникновения материала в поры и механического заклинивания в них [11].

В силу того, что практически все фиксирующие материалы обладают только механической адгезией, многие авторы принимают за важную особенность, которая увеличивает сцепление системы зуб-

протез – создание шероховатости соединяемых поверхностей абразивными инструментами и различными обработками протезов в лаборатории [18]. Из описанного выше, ясно, что необходимый показатель – устойчивость в полости рта материала используемого для закрепления протеза на зубе. Все цементы, кристаллизация которых происходит вследствие кислотно-щелочной реакции, подвержены растворению в ротовой полости [4]. На скорость данного осложнения влияет множество моментов, таких как: состав материала, качество приготовления, времени кристаллизации и др., но самым главным является кислотно-основное состояние ротовой жидкости. Так, при плохой гигиене полости рта, повышается количество микроорганизмов, которые смещают водородный показатель в кислую сторону, тогда и повышается растворимость цементов не обладающих устойчивостью к кислотам. Благодаря такому явлению наблюдается растворение цемента на границе протез-зуб и появление осложнений в виде развития кариеса зуба и его осложнений или, вовсе, нарушение фиксации конструкции [4, 23].

Сегодня, в практике используются различные типы фиксирующих материалов для зубных протезов. Все они отличаются по составу, физико-механическим свойствам, так же различны показания к применению в том или ином случае, которое остается на усмотрение врача и обладают рядом преимуществ и недостатков. Цинк-фосфатные цементы относятся к одному из типов, они состоят из порошка и жидкости. Порошок, обычно, содержит оксид магния и оксид цинка, а жидкость представлена водным раствором ортофосфорной кислоты [1, 30]. Благодаря длительной истории их применения на практике, которая длится более века, были рассмотрены и изучены все качества, относящиеся как к положительным, так и к отрицательным. Данный материал зарекомендовал себя с положительной стороны, обладая достаточно высокой прочностью, которая при сжатии колеблется в пределах 80-100 МПа, хорошей степенью адгезии к тканям зуба, простотой замешивания, достаточной текучестью и довольно низкой стоимостью. Несомненно, цинк-фосфатные цементы обладают и определенными недостатками, например они: не обладают бактерицидным действием, имеют высокую растворимость в полости рта и отличительную краевую проницаемость, которая в последствии может привести к гиперчувствительности интактного зуба и развитию кариозного процесса, так же отличаются низкими эстетическими свойствами [9, 20].

В современном мире, к фиксирующим материалам, в силу развития новых технологий, стали предъявлять более высокие требования, из-за которых использование цинк-фосфатных цементов заметно снизилось. Одной из важных особенностей, относящаяся к недостаткам, является реакция твердения цемента, при которой наблюдается экзотермическая реакция. На витальных зубах с сохраненной пульпой это сказывается довольно отрицательно. Исследования показали, что при повышении температуры на 5-7°C происходит повышение капиллярной проницаемости пульпы и пропитывание её плазмой, а свыше 10°C приводит к необратимым нарушениям. Помимо этого реакция сопровождается усадкой цемента, в процессе которой наблюдается появление микропространств в системе зуб-протез, которые могут привести к нарушению краевого прилегания и развитию кариеса. Многие авторы выделяют цинк-фосфатные цементы с максимальными показателями усадки по сравнению с остальными цементами. К последствиям, кроме кариеса и его осложнений и нарушения фиксации, можно отнести так же гиперчувствительность опорных зубов [5, 19].

При применении для фиксации несъемных конструкций зубных протезов цинк-фосфатных цементов, ученые ссылаются на кислую реакцию композиции. Только что замешанный цемент имеет водородный показатель (pH) около 3. Около суток требуется данной смеси, чтобы показатель приблизился к нейтральному уровню. Поэтому при фиксации протеза на препарированный зуб с сохраненной пульпой, материалом с такой кислой реакцией в значительном количестве случаев будет вызвана реакция пульпы, что, в конечном итоге, может привести к ее воспалению. Такая вероятность высока, потому что при подготовке зуба под ортопедическую конструкцию снимается значительное количество зубной ткани, которая служит защитным барьером для пульповой камеры. Для достижения тонкого цементного слоя, который требуется для хорошей фиксации конструкции, необходимо добавлять большее количество водного раствора ортофосфорной кислоты, снижающей уровень pH . Отсутствие у цинк-фосфатного цемента противобактериальных свойств, при появлении усадки во время кристаллизации, обеспечит проникновение вредных микроорганизмов [32]. Таким образом, в совокупности, данные свойства и влияют на чувствительность пульпы при применении данного цемента, что служит снижением доверия к нему и репутации в целом.

Цинк-фосфатный цемент без различных примесей обладает значительной хрупкостью. Прочность на разрыв колеблется в пределах 5-8 МПа, а модуль упругости приближается к 12 ГПа, который практически равен модулю упругости дентина. Свою максимальную прочность цемент набирает значительное время, около 24 часов, но уже после первых 10 минут, его прочность достигает половины конечной. Исходя из указанных данных, полученных при изучении цинк-фосфатных цементов, можно сделать вывод, что последним необходима модернизация рецептуры, для улучшения качеств и соответствия современным требованиям [6].

Керамика считается самым древним искусственным материалом для поделок. находки изделий из него датируются 29-25 тысячелетием до нашей эры. Она представляет собой смесь полевого шпата, као-

лина, кварца и красителей. Полевой шпат входит в состав гранита и других горных пород и имеет очень высокую температуру плавления – около 1200°C. Каолин является продуктом разрушения горных пород, который состоит в большей степени из минерала каолинита, состоящим из алюминия и кремниевой кислоты. Данный материал добавляют для склеивания, благодаря ему улучшается способность к моделированию сырой композиции. Данный компонент имеет очень низкий уровень прозрачности, из-за этого качества его добавляют в минимальных количествах, дабы не испортить внешний вид керамического изделия. Ещё одним составляющим является кварц, он самый распространенный минерал – ангидрид кремниевой кислоты. Он представлен прозрачными призмами – горный хрусталь. При плавлении представляет собой стекловидную массу имеющую большую прочность. Так же, для получения каких-либо оттенков материала, состав модифицируют красителями, но их процент очень мал [29].

В стоматологической практике использование керамики началось после изготовления себе французским аптекарем *Alexis Duchateau* в 1774 году съёмного протеза с фарфоровыми зубами, после чего и началось в 1844-1883 гг. промышленное их производство. Керамика в составе цемента способствует снижению линейной усадки в процессе кристаллизации, и служит стабилизатором объема, который должен сохраняться неизменным или с минимальными отклонениями, не способными нарушить фиксирующих свойств материала. Так же модернизирование им состава производится для армирования цементной композиции [31].

Силикат циркония ($ZrSiO_4$) в природных условиях представлен цирконом. Это минерал подгруппы островных силикатов, в своем составе имеет около 1-4% гафния или тория, урана, тантала и др., которые изоморфно замещают его в кристаллической решетке. Циркон является представителем древних минералов Земли. Он имеет магматическое происхождение, временем его образования считают около 4,4 миллиардов лет назад. Высокая прочность кристаллической решетки и высокая химическая устойчивость способствуют его сохранности при самых суровых воздействиях. Из-за этих качеств используется геологами при изучении прошлого планеты. Он содержит в себе 67% двуокиси циркония, 33% двуокиси кремния, примеси титана и окислы железа. Имеет сравнительно высокую твердость и плотность. Минерал обладает алмазным блеском, относительной прозрачностью и вариабельностью цвета, который зависит от количества примесей, от последних зависят и физические свойства. Силикат циркония ($ZrSiO_4$) отличается высокой огнеупорностью и малым коэффициентом термического расширения с температурой плавления около 2000°C, отличается высокими теплопроводностью и, следовательно, скоростью охлаждения. Обладает скоростью охлаждения, в 4 раза выше, чем у кварцевого песка. В силу своих качеств, он широко используется в промышленности. Чаще всего применяют в производстве огнеупорных материалов (цемент, асбест, кирпич, электроды и т.д.), глазури для керамических изделий, стеклопроизводстве, а прозрачные кристаллы используются в ювелирных украшениях [12, 28].

Основываясь на этих данных, в силикат циркония составе цемента будет выполнять ряд существенно важных задач. Включение его в состав приведет к снижению термического раздражения пульпы витальных зубов при подъёме температуры во время кристаллизации, так же придаст цементу определенную глубину цвета и блеск, который максимально приблизит материал к естественному виду зуба, а своей химической устойчивостью снизит износ композиции при действии кислот в ротовой полости [7, 21].

Множество витаминов и минералов и их важное значение для организма известны, хотя важнейшим минералом является незаменимый магний, так как при его недостатке, даже кратковременном, появляются различные нарушения в процессах, которые могут приводить к необратимым последствиям. Он является важным агентом во всех обменных реакциях, поэтому содержится во всех витаминно-минеральных комплексах. Магний (*magnesium* – лат.) является элементом второй группы, третьего периода периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева, имеет атомный номер 12. Обозначается символом *Mg*. Человек должен употреблять данный элемент в количестве от 300 до 450 мг, чтобы утолить суточную потребность в нем. Он, как и циркон, является огнеупорным материалом, что так же будет препятствовать перегреву пульпы и ее раздражению при реакции кристаллизации. Благодаря ценности элемента для организма, материал в состав которого входит магний, располагает максимальной биосовместимостью, так как его следы видны практически в каждой клетке человека [27, 32].

Магний обладает проникающей способностью, тем самым нормализует процессы жизнедеятельности зуба и окружающих его тканей, снижает уровень послеоперационных осложнений, облегчает процесс восстановления и нейтрализует дискомфорт, вызывающий раздражающее действие [10, 22].

Для того, чтобы надёжно фиксировать ортопедические конструкции на опорных зубах, препятствовать развитию чувствительности зубов и кариозного процесса, герметично закрывать пространство между ортопедической конструкцией и опорным зубом, тем самым защищая его от химических и бактериологических агентов, материалы для фиксации несъёмных конструкций зубных протезов должны отвечать определённым требованиям. Для этого они должны обладать определёнными физико-механическими и физико-химическими свойствами. Учитываются лишь основные, наиболее важные, параметры цементов: прочность, растворимость, толщина цементной плёнки, время твердения. Но, для более расширенного изучения свойств фиксирующих цементов нужны и другие показатели:

- теплопроводность;
- линейные и объёмные деформации при полимеризации и кристаллизации;
- раздражающее влияние на пульпу опорных зубов;
- адгезия к твёрдым тканям зуба и конструкционным материалам [23].

Фиксирующие материалы подвергаются в полости рта жевательному давлению, поэтому необходимо, чтобы они могли ему противостоять. Наглядно это отражает показатель прочности на сжатие микрорастрескивание фиксирующего материала под влиянием жевательных нагрузок приводит к нарушению краевого прилегания и, как следствие, к развитию кариеса. Известно, что показатель прочности на сжатие измеряется в *мегапаскалях* (МПа). Существуют различные методики его определения, но суть у них остаётся одна – определить силу, которая потребуется для разрушения материала. При этом необходимо соблюдать определённые параметры: объём и форма образцов, скорость сжатия, условия окончательного отверждения материалов и другие. Для самоотверждаемых цементам важным показателем является рабочее время и время твердения. Временем твердения называют тот промежуток времени с момента окончания замешивания, который необходим материалу для окончательного отверждения (согласно п.7.11 ГОСТа Р 51744-2001). Известно, что рабочим временем цемента считается промежуток времени с момента начала замешивания материала, в течение которого можно манипулировать приготовленной массой без ухудшения её свойств [8, 24].

Показатель толщины цементной плёнки, соответствующий согласно ГОСТа Р 51744-2001 не больше 25 мкм, является одним из определяющих. Как отмечают многие авторы, увеличение этого показателя может не только привести к нарушению окклюзии, но и краевого прилегания, что может привести к осложнениям. При этом важно, чтобы сохранялся баланс – минимальная толщина цементной плёнки при максимальных прочностных, адгезионных и других физико-механических и физико-химических показателях. Определяют его непосредственно перед окончанием рабочего времени материала [29]. Суть метода заключается в измерении толщины плёнки, которую образует фиксирующий цемент под определённым давлением. Так как фиксирующие цементы при контакте с ротовой жидкостью подвержены химико-физическим изменениям, то показатель растворимости или максимальной кислотной эрозии отражает устойчивость материалов в полости рта и определяется он как убыль материала при воздействии на него жидкостей различной кислотности, выражается в процентах. Изучением определения силы адгезии фиксирующих материалов занимались многие авторы. Для этого применяются динамометры различных конструкций, которые измеряют силу, необходимую для разъединения склеиваемых образцов. Большое распространение получило использование разрывных машин для разрушения адгезионных систем и измерение силы, приложенной при этом. Для исследования силы адгезии были предложены испытания на сдвиг и статический изгиб [13, 25].

Хочется отметить метод исследования, касающийся изучения новых материалов – *инфракрасной спектроскопии* (ИКС), при котором излучение проходит через образец, который поглощает часть излучения, а часть пропускает. Полученный спектр поглощения или пропускания является уникальным для данного вещества. Две различные молекулы не могут дать одинаковый инфракрасный спектр, как не бывает двух одинаковых отпечатков пальцев. Это делает ИКС полезной для многих видов анализа: идентификации неизвестных материалов, качественный анализ образцов, количественный анализ компонентов в смеси. При использовании ИКС исследуемая система подвергается слабым внешним воздействиям, в частности, от источника ИКС-излучения, и поэтому информация, полученная с помощью метода ИКС, относится к системе, не претерпевшей изменений в результате этих взаимодействий. Большим преимуществом данного метода является также относительная простота эксперимента и высокая избирательность. Метод ИКС позволяет получить обширные и разнообразные сведения о строении веществ, о влиянии атомных группировок на соединение, в состав которых они входят. Также, важным достоинством ИКС является возможность использования её при анализе многокомпонентных смесей. Таким образом, возможности ИКС позволяют устанавливать строение индивидуальных соединений, а применение охватывают как идентификацию и анализ чистоты образцов материалов, так и количественный анализ и установление структуры новых материалов [15, 32].

Исходя из вышеизложенного, хочется отметить, что для полной сравнительной оценки фиксирующих материалов, не зависимо от их класса, необходимо проведение комплекса исследований, позволяющего наиболее разносторонне отразить свойства исследуемых материалов [23].

Находясь в полости рта длительное время, стоматологические фиксирующие материалы могут выделяться в ротовую жидкость как в неизменном виде так и в виде различных соединений, что может привести к токсическому воздействию на клетки слизистой оболочки полости рта. Поэтому биосовместимость стоматологических материалов напрямую зависит от общесоматического состояния организма, поэтому вопрос биологической адекватности стоматологических материалов становится всё более актуальным. Биосовместимость определяется, как способность материала функционировать при определенном применении в присутствии соответствующего ответа организма хозяина. Поэтому, все материалы, предназначенные для применения в стоматологии, проходят длительные испытания на отсутствие ток-

сичности, в том числе с использованием лабораторных животных и добровольцев. Известно, что регламентируются эти испытания международной организацией по стандартизации. В нашей стране – это ГОСТ Р ИСО 10993. В данном стандарте разработана классификация, согласно которой то или иное изделие или материал, в соответствии со степенью и длительностью взаимодействия с организмом, должно пройти ряд определённых исследований [10, 25]. Материалы для фиксации несъёмных конструкций зубных протезов должны исследоваться на цитотоксическое и сенсибилизирующее действие, генотоксичность и имплантационный тест, а из дополнительных методов исследования – на канцерогенность. Все эти исследования осуществляются путём проведения ряда тестов *in vitro* и *in vivo*, которые в последствии предоставляют результаты, по данным которых можно сделать вывод о биосовместимости исследуемых материалов. При этом, цитотоксическое действие изучается в исследованиях *in vitro* с использованием различных культур клеток. Но, метод *in vitro* не воспроизводит весь комплекс взаимодействий между материалом и тканями организма. При исследованиях *in vivo* проводятся гистологические исследование реакции тканей животных после имплантации им тестируемого материала. В основном используют кроликов, крыс, морских свинок и хомяков, которым материал может имплантироваться в различные ткани: соединительную, костную, мышечную. После проведения имплантации животных подвергают эвтаназии через определённый промежуток времени и проводят гистологическое исследование тканей основных систем организма [3, 26, 32].

Таким образом, при выборе материала для фиксации несъёмных конструкций зубных протезов, практикующий врач должен быть уверен не только в его физико-механических и прочностных характеристиках (прочности на сжатие, толщины цементной плёнки, времени твердения, адгезии к твёрдым тканям зуба и др.), но и в биологических особенностях, отражающих влияние на пульпу, твердые ткани зуба и ткани пародонта. До настоящего времени многочисленные исследования отечественных и зарубежных авторов не позволили сформировать единое мнение об основных причинах развития нарушений фиксации коронок, повышенной чувствительности или некроза пульпы, изменений в тканях пародонта и других осложнений при использовании стоматологических цементов. В доступной литературе свойства фиксирующих стоматологических материалов освещены недостаточно. В силу ужесточения требований к цементам, разрабатываются все большие вариации рецептуры, в которую добавляют некоторое количество того или иного материала, для изменения какого-либо качества: изменения процесса кристаллизации, прочности материала, добавление лечебного эффекта и т.п. Исходя из вышеизложенного, хочется отметить, что для полной сравнительной оценки фиксирующих материалов, не зависимо от их класса, необходимо проведение комплекса исследований, позволяющего наиболее разносторонне отразить свойства исследуемых материалов.

Литература

1. Абдурахманов А.И., Курбанов О.Р. Материалы и технологии в ортопедической стоматологии. М.: Медицина, 2000. 206 с.
2. Адгезия стоматологических цементов к сплавам металла / Прямухина Е.М. [и др.] // Международный студенческий научный вестник. 2016. С. 12–14.
3. Анализ физико-механических свойств цинк-фосфатного модифицированного цемента для фиксации несъёмных конструкций зубных протезов / Чиркова Н.В. [и др.] // Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья. 2015. № 62. С. 87–91.
4. Анализ физико-механических свойств цинк-фосфатного модифицированного цемента для фиксации несъёмных конструкций зубных протезов / Чиркова Н. В. [и др.] // Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья. 2015. № 62. С. 87–91.
5. Гаража С.Н., Грицай И.Г. Фиксация несъёмных протезов: рациональный выбор материала // Стоматология. 2000. №3. С. 36–40.
6. Большаков Г.В., Кузнецов О.Е. Клиническое значение микроструктуры цинк-фосфатного цемента при фиксации несъёмных зубных протезов // Стоматология. 2001. №4. С. 52–54.
7. Быстров А.Г. Клинико-экспериментальное исследование стоматологических фиксирующих материалов: дис.... канд. мед. наук. СПб: СПбГМУ, 1997. 176 с.
8. Вечеркина Ж.В. Клинико-экспериментальное исследование стеклоиономерного фиксирующего материала, модифицированного наноразмерными частицами кремния: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук. Воронеж: ВГМА., 2012. 22 с.
9. Грицай И.Г. Исследование причин снятия несъёмных зубных протезов // Институт стоматологии. 2001. №1. С. 78–79.
10. Грицай И.Г. Обоснование выбора материала для фиксации несъёмных протезов: экспериментально-клиническое исследование: дис.... канд. мед. наук. Краснодар, 1998. 176 с.
11. Жулев Е.Н. Несъёмные протезы: Теория, клиника и лабораторная техника. Н. Новгород: НГМА, 2002. 364 с.

12. Грютцнер А. Калибра - эстетический цемент для фиксации непрямых реставраций // ДентАрт. 2000. № 1. С. 41–55.
13. Исследование токсических свойств модифицированного цемента для фиксации несъемных конструкций / Чиркова Н.В. [и др.] // Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья. 2015. № 62. С. 76–81.
14. Казарин А.С. Клинико-лабораторное обоснование повышения эффективности фиксации несъемных протезов: дис. ... канд. мед. наук. Н. Новгород: НГМА, 2006. 125 с.
15. Клинико-экономическая эффективность использования модифицированных фиксирующих материалов / Морозов А. Н. [и др.] // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2014. Т. 13, №2. С.364–365.
16. Концепция выбора цинк-фосфатных фиксирующих материалов в клинике ортопедической стоматологии / Вальнов А.С. [и др.] // Наука России: Цели и задачи. 2017. Ч. 4. С. 5–7.
17. Крунич Н. Значение размера и характера поверхности препарированных зубов для ретенции несъемных протезов // Стоматология. 2003. №6. С. 52–54.
18. Кузнецов О.Е., Большаков Г.В., Гиллер Л.И. Воздействие цинк-фосфатного цемента на твердые ткани препарированных зубов при постоянной фиксации искусственных коронок // Новое в стоматологии. 1994. №1. С. 26.
19. Максимовский Ю.М., Кортукоев Е.В. Экспресс-методы оценки физико-механических свойств стоматологических материалов // Новое в стоматологии. 1995. №3. С. 14–17.
20. Копейкин В.Н., Миргазизов М.З., Малый А.Ю. Ошибки в ортопедической стоматологии (профессиональные и медико-правовые аспекты). М., 2002. 240 с.
21. Михальченко Д.В. Динамика иммунологических показателей в процессе адаптации к несъемным ортопедическим конструкциям // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 4. С. 381.
22. Патологическое обоснование профилактики осложнений при одонтопрепарировании / Воложин А.И. [и др.]. Сб. материалов науч.-практ. конф «Одонтопрепарирование». М., 2003. С. 22–26.
23. Николаенко С.А. Исследование адгезии к дентину при препарировании различными борами // Институт стоматологии. 2003. №1. С. 30–31.
24. Результаты применения цемента "Унифас" для фиксации зубных протезов / Трезубов В.Н. [и др.] // Стоматология. 1994. Т. 73, №1. С. 39–40.
25. Ряховский А.Н. Значение качества краевого прилегания цельнолитых коронок к культе зуба в профилактике осложнений при ортопедическом лечении // Стоматология. 2000. №5. С. 48–50.
26. Нурт Р. Основы стоматологического материаловедения. М.: КМК-инвест, 2004. 304 с.
27. Основные свойства стоматологических цементов, используемые для фиксации несъемных конструкций зубных протезов / Лашакова А.В. [и др.] // Международный студенческий научный вестник. 2016. № 2. С. 26.
28. Сравнительная характеристика методов фиксации несъемных ортопедических конструкций с опорой на имплантаты / Карпенко Г.В. [и др.] // Бюллетень медицинских интернет-конференций. 2016. Т. 6, № 6. С. 1112–1114.
29. Субъективная оценка пациентами качества фиксации несъемных конструкций зубных протезов / Вечеркина Ж. В. [и др.] // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2015. Т. 14, №1. С. 83–85.
30. Токсико-гигиеническое исследование цинк-фосфатного цемента, модифицированного наноразмерными частицами кремния / Каливраджиян Э.С. [и др.] // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2012. № 1. Публикация 2-41. URL: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2012-1/3807.pdf>.
31. Функциональная эффективность фиксирующих материалов для несъемных ортопедических конструкций / Короткова М.С. [и др.]. В сб.: Стоматология - наука и практика, перспективы развития Материалы Юбилейной научно-практической конференции, посвященной 55-летию стоматологического факультета ВолгГМУ. 2017. С. 181–186.
32. Чиркова Н.В. Анализ физико-механических свойств цинк-фосфатного модифицированного цемента для фиксации несъемных конструкций зубных протезов // Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья. 2015. № 62. С. 87–91.

References

1. Abdurahmanov AI, Kurbanov OR. Materialy i tekhnologii v ortopedicheskoy stomatologii [Materials and technologies in orthopedic dentistry.]. Moscow: Medicina; 2000. Russian.
2. Pryamuhina EM, et al. Adgeziya stomatologicheskikh cementov k splavam metalla [Adhesion of dental cements to metal alloys]. Mezhdunarodnyj studencheskij nauchnyj vestnik. 2016;12-4. Russian.

3. Chirkova NV et al. Analiz fiziko-mekhanicheskikh svoystv cink-fosfatnogo modificirovannogo cementa dlya fiksatsii nes"emnykh konstrukcij zubnykh protezov [Analysis of physical and mechanical properties of zinc-phosphate modified cement for fixation of fixed dental prosthesis structures]. Nauchno-meditsinskij vestnik Central'nogo Chernozem'ya. 2015;62:87-91. Russian.
4. Chirkova NV et al. Analiz fiziko-mekhanicheskikh svoystv cink-fosfatnogo modificirovannogo cementa dlya fiksatsii nes"emnykh konstrukcij zubnykh protezov [Analysis of physical and mechanical properties of zinc-phosphate modified cement for fixation of fixed dental prosthesis structures]. Nauchno-meditsinskij vestnik Central'nogo Chernozem'ya. 2015;62:87-91. Russian.
5. Garazha SN, Gricaj IG. Fiksatsiya nes"emnykh protezov: racional'nyj vybor materiala [Fixation of fixed prostheses: a rational choice of material]. Stomatologiya. 2000;3:36-40. Russian.
6. Bol'shakov GV, Kuznecov OE. Klinicheskoe znachenie mikrostruktury cink-fosfatnogo cementa pri fiksatsii nes"emnykh zubnykh protezov [the Clinical significance of the microstructure of the zinc-phosphate cement in the fixation of a fixed dentures]. Stomatologiya. 2001;4:52-4. Russian.
7. Bystrov AG. Kliniko-ehksperimental'noe issledovanie stomatologicheskikh fiksiruyushchih materialov: [Clinical and experimental study of dental fixing materials: dis... kand. honey. sciences] [dissertation]. Sankt-Peterburg (Sankt-Peterburg region): SPbGMU; 1997. Russian.
8. Vecherkina ZH.V. Kliniko-ehksperimental'noe issledovanie stekloionomernogo fiksiruyushchego materiala, modificirovannogo nanorazmernymi chasticami kremniya [inical and experimental study of glass-ionomer luting material modified nano-particles of silicon: the dissertation on competition of a scientific degree of candidate of medical Sciences] [dissertation]. Voronezh (Voronezh region): VGMA; 2012. Russian.
9. Gricaj IG. Issledovanie prichin snyatiya nes"emnykh zubnykh protezov [Research of the reasons of removal of fixed dentures]. Institut stomatologii. 2001;1:78-9. Russian.
10. Gricaj IG. Obosnovanie vybora materiala dlya fiksatsii nes"emnykh protezov [Rationale for the choice of material for fixation of fixed prostheses: experimental clinical study]: ehksperimental'no-klinicheskoe issledovanie [dissertation]. Krasnodar (Krasnodar region); 1998. Russian.
11. Zhulev EH. Nes"emnye protezy: Teoriya, klinika i laboratornaya tekhnika [Fixed prostheses: Theory, clinic and laboratory equipment]. N. Novgorod: NGMA; 2002. Russian.
12. Gryutcner A. Kalibra - ehsteticheskij cement dlya fiksatsii nepryamykh restavracij [Caliber - esthetic cement for cementation of indirect restorations]. DentArt. 2000;1:41-55. Russian.
13. Chirkova NV, et al. Issledovanie toksicheskikh svoystv modificirovannogo cementa dlya fiksatsii nes"emnykh konstrukcij [The study of the toxic properties of the modified cement for fixation of fixed constructions]. Nauchno-meditsinskij vestnik Central'nogo Chernozem'ya. 2015;62:76-81. Russian.
14. Kazarin A.S. Kliniko-laboratornoe obosnovanie povysheniya ehffektivnosti fiksatsii nes"yomnykh protezov [Clinical and laboratory substantiation of increase of efficiency of the fixation of a fixed dentures] [dissertation]. N. Novgorod (N. Novgorod region): NGMA; 2006. Russian.
15. Morozov AN, et al. Kliniko-ehkonomicheskaya ehffektivnost' ispol'zovaniya modificirovannykh fiksiruyushchih materialov [Clinical and economic efficiency of the use of modified fixing materials]. Sistemnyj analiz i upravlenie v biomeditsinskikh sistemah. 2014;13(2):364-5. Russian.
16. Valynov AS, et al. Konceptiya vybora cink-fosfatnykh fiksiruyushchih materialov v klinike ortopedicheskoy stomatologii [Concept of the choice of the zinc-phosphate luting materials in the clinic of prosthodontics]. Nauka Rossii: Celi i zadachi; 2017. Russian.
17. Krunich N. Znachenie razmera i haraktera poverhnosti preparirovannykh zubov dlya retentsii nes"emnykh protezov [The value of the size and nature of the surface of the prepared teeth for retention of fixed prostheses]. Stomatologiya. 2003;6:52-4. Russian.
18. Kuznecov OE, Bol'shakov GV, Giller LI. Vozdejstvie cink-fosfatnogo cementa na tverdye tkani preparirovannykh zubov pri postoyannoj fiksatsii iskusstvennykh koronok [Effect of zinc-phosphate cement for the hard tissues of the prepared teeth while the permanent fixation of artificial crowns]. Novoe v stomatologii. 1994;1:26. Russian.
19. Maksimovskij YUM, Kortukov EV. EHkspress-metody ocenki fiziko-mekhanicheskikh svoystv stomatologicheskikh materialov [Express methods of evaluation of physical and mechanical properties of dental materials]. Novoe v stomatologii. 1995;3:14-7. Russian.
20. Kopejkin VN, Mirgazitov MZ, Mal'j AYU. Oshibki v ortopedicheskoy stomatologii (professional'nye i mediko-pravovye aspekty) [Errors in orthopedic dentistry]. Moscow; 2002. Russian.
21. Mihal'chenko DV. Dinamika immunologicheskikh pokazatelej v processe adaptatsii k nes"yomnym ortopedicheskim konstrukcijam [Dynamics of immunological indicators in the process of adaptation to fixed orthopedic designs]. Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. 2015;4:381. Russian.
22. Volozhin AI, et al. Patofiziologicheskoe obosnovanie profilaktiki oslozhnenij pri odontopreparirovanii [Pathophysiological rationale for the prevention of complications during odontopediatrics]. Cb. materialov nauch.-prakt. konf «Odontopreparirovanie». Moscow; 2003. Russian.

23. Nikolaenko SA. Issledovanie adgezii k dentinu pri preparirovanii razlichnymi borami [the study of adhesion to dentin in the preparation of various burs]. Institut stomatologii. 2003;1:30-1. Russian.
24. Trezubov VN, et al. Rezul'taty primeneniya cementa "Unifas" dlya fiksacii zubnyh protezov [The results of the use of cement "Unifas" for fixing dentures]. Stomatologiya. 1994;73(1):39-40. Russian.
25. Ryahovskij AN. Znachenie kachestva kraevogo prilleganiya cel'nolityh koronok k kul'te zuba v profilaktike oslozhnenij pri ortopedicheskom lechenii [The value of the quality of the edge fit of cast crowns to the cult of the tooth in the prevention of complications in orthopedic treatment]. Stomatologiya. 2000;5:48-50. Russian.
26. Nurt R. Osnovy stomatologicheskogo materialovedeniya [fundamentals of dental materials science]. Moscow: KMK-invest; 2004. Russian.
27. Lashakova AV, et al. Osnovnye svoystva stomatologicheskikh cementov, ispol'zuemye dlya fiksacii nes"emnykh konstrukcij zubnyh protezov [Basic properties of dental cements used for the fixation of a fixed dentures]. Mezhdunarodnyj studencheskij nauchnyj vestnik. 2016;2:26. Russian.
28. Karpenko GV, et al. Sravnitel'naya harakteristika metodov fiksacii nes"emnykh ortopedicheskikh konstrukcij s oporoy na implantaty [Comparative characteristics of methods of fixation of fixed orthopedic structures supported by implants]. Byulleten' medicinskih internet-konferencij. 2016;6(6):1112-4. Russian.
29. Vecherkina ZHV, et al. Sub"ektivnaya ocenka pacientami kachestva fiksacii nes"emnykh konstrukcij zubnyh protezov [Subjective assessment of patients' quality of fixation of fixed denture structures]. Sistemyj analiz i upravlenie v biomedicinskih sistemah. 2015;14(1):83-5. Russian.
30. Kalivradzhiyan EHS, et al. Toksiko-gigienicheskoe issledovanie cink-fosfatnogo cementa, modifitsirovannogo nano-razmernymi chastitsami kremniya. [Toxico-hygienic study of the zinc-phosphate cement modified by nano-sized particles of silicon] Vestnik novyx medicinskih tekhnologij. Elektronnoe izdanie. 2012;1 [about 6 p.]. Russian. Available from: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2012-1/3807.pdf>.
31. Korotkova MS, et al. Funkcional'naya ehffektivnost' fiksiruyushchih materialov dlya nes"emnykh ortopedicheskikh konstrukcij [The functional effectiveness of luting materials for fixed prosthetic constructions]. V sb.: Stomatologiya - nauka i praktika, perspektivy razvitiya Materialy YUbilejnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 55-letiyu stomatologicheskogo fakul'teta VolgGMU. 2017. Russian.
32. Chirkova NV. Analiz fiziko-mekhanicheskikh svoystv cink-fosfatnogo modifitsirovannogo cementa dlya fiksacii nes"emnykh konstrukcij zubnyh protezov [Analysis of physical and mechanical properties of zinc-phosphate modified cement for fixation of fixed dental prosthesis structures]. Nauchno-medicinskij vestnik Central'nogo Chernozem'ya. 2015;62:87-91. Russian.

Библиографическая ссылка:

Валынов А.С., Чиркова Н.В., Картавцева Н.Г., Каверина Е.Ю., Гордеева Т.А. Оценка целесообразности и модификации цинк-фосфатных цементов для фиксации несъемных конструкций зубных протезов // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2018. №3. Публикация 3-5. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2018-3/3-5.pdf> (дата обращения: 30.05.2018). DOI: 10.24411/2075-4094-2018-16042. *

* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2018-3/e2018-3.pdf>